

B) Fukuoka University

e-mail: sano @kahaku.go.jp

[21017]

山フロントに位置する開聞岳から採取した 10 試料と西南日本弧および伊豆半島から採取した 23 試料の合計 33 試料についても定量を行った。

2.2 分析手法

試料は粉末化し、質量 0.6-1.0g を直径 12mm、厚さ 2-3mm の円盤状にプレス錠剤化した[6]。未知試料の他に B の標準試料として JB-2、Cl の標準試料として JB-1a もプレス錠剤化した。これらをフッ化エチレンプロピレン (FEP) フィルムで作製した袋中に融封した。

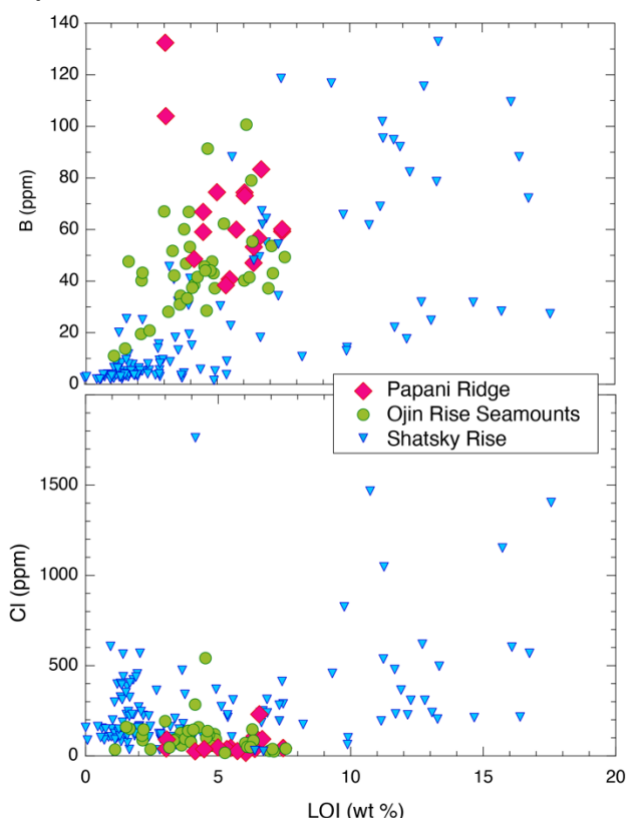


Figure 2. Plots of B and Cl versus LOI for Papanin Ridge, Ojin Rise, and Shatsky Rise. Note that Shatsky Rise data are from [3].

中性子照射とガンマ線測定は、日本原子力研究開発機構東海研究所の JRR-3M 炉の熱中性子ガイドビームに設置された即発ガンマ線分析装置で行った。試料は PEFE 製の保持具の中央に PTFE 製の糸ひもで結びつけて固定した。この保持具を自動交換装置に設置した後、自動分析モードにて試料室に保持具を挿入し、熱中性子を照射した。照射時間は、標準試料については、7000 秒、未知試料については、3000-5000 秒にした。即発ガンマ線はゲルマニウム (Ge) 検出器とそれを覆うゲルマニウム酸ビスマス (BEO) 検出器により測定した。また、試料室内は He 雰囲気を満たした。

3. 結果

海洋底試料のホウ素含有量は、パパニン海嶺が 38-132 ppm、応神ライズ海山群が 11-100 ppm と、変質の少ない海洋底 (<2 ppm) よりも有意に高い値を示した。そして、これら含有量は、変質の指標の 1 つである、強熱減量 (LOI) との相関が、ある程度確認できる (図 2)。

塩素含有量は、パパニン海嶺が 17-230 ppm、応神ライズ海山群が 17-160 ppm であった。これは、変質の少ない海洋底の値 (<500 ppm) の範囲内である[2]。強熱減量との相関も見ることができない (図 2)。

開聞岳から採取した玄武岩試料のホウ素含有量は 9-12 ppm であった。部分溶融や分別結晶作用などのプロセスで変化しにくい B/Nb 比、B/Be 比を比較すると、開聞岳の玄武岩のこれらの比 (B/Nb = 1.9-3.0、B/Be = 7.3-11.2) は、沈み込みスラブが存在しない中央海嶺や海洋島の玄武岩類 (B/Nb < 0.5、B/Be < 5) [8]よりも有意に高い (図 3)。九州の火山フロントの他の火山の値[9] [10]と比較すると、開聞岳の玄武岩の B/Nb 比、B/Be 比は、北部九州の鬼箕単成火山 (B/Nb = 0.1-0.2、B/Be = 1.8-2.2、以下同様)、由布岳-鶴見岳火山 (0.6-1.0、3.0-7.0)、九重火山 (0.7-1.0、3.7-4.4) の玄武岩類よりも高く、中部九州の阿蘇火山 (1.2-3.7、5.4-19.3)、霧島火山 (3.0-7.5、11.6-30.3) よりも低い。また、同じ南九州の桜島火山 (2.7-2.8、10.7-14.3) と同等である (図 3)。

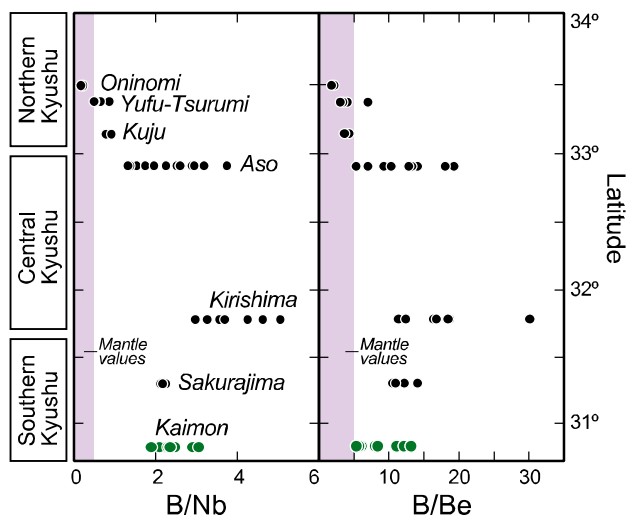


Figure 3. Along-arc variations of B/Nb and B/Be ratios of basaltic to andesitic rocks from volcanic front in Kyushu. The shaded field on the diagrams represents ranges for MORB and OIB compositions [8].

4. 考察

パパニン海嶺と応神ライズ海山群のホウ素は低温 (<150°C) で生じる変質鉱物 (スメクタイト等) に多く含まれていると推定できる。これは、これまでに報告されているシャツキー海台の値と類似する[3]。一方、塩素は、高温 (>400°C) で生じる熱水変

[21017]

質鉱物である角閃石等に濃集するため、パパン海嶺や応神ライズ海山群の岩石は、熱水変質の少ないものであると推定される。そして、熱水変質の影響のある 1000ppm を越える塩素含有量を持つシャツキー海台の火山岩とは異なることが判明した。

開聞岳のホウ素含有量を定量したことにより九州の火山フロントの B/Nb 比、B/Be 比の島弧縦断方向の分布が明らかになった。九州の火山フロント直下に沈み込むフィリピン海プレートは、九州パラオ海嶺を境に北部の四国海盆、南部の西フィリピン海盆に分けられる。四国海盆は比較的若く (26-15 Ma)、西フィリピン海盆は古い (60-40 Ma) [11][12]。北部九州の火山フロントの玄武岩類が低 B/Nb 比であることについては、比較的若く高温の四国海盆の沈み込みと関係していると考えられている[9]。若く高温のスラブの沈み込みによってマントルウェッジが異常に高温になり、火山フロント直下に到達する前にスラブが大規模に脱水するためと考えられる[13]。一方、南九州の火山フロントに位置する開聞岳の玄武岩類は、北部九州よりも高い B/Nb 比、B/Be 比を示す(図 3)。このことは、南九州の火山フロント直下に比較的古い西フィリピン海盆が沈み込んでいることと調和的である。中部九州の阿蘇火山、霧島火山の玄武岩類が高 B/Nb 比、高 B/Be 比を示す原因については不明であるが、古い島弧の残骸である九州-パラオ海嶺の沈み込みが影響している可能性がある。火山岩類のホウ素の定量分析結果から、九州における複雑な構造のスラブの沈み込みの影響が検出できつつある。

5. 今後の予定

令和4年度は、本研究課題の最終年度となるため、パパン海嶺と応神ライズ海山群から採取した残りの火山岩 23 試料について、即発ガンマ線分析によるホウ素と塩素含有量の定量を行う。また、最近噴火を行った小笠原の西之島や福徳岡ノ場の火山岩を含め、日本列島の火山岩についての分析も行う。本年度に分析した西南日本弧および伊豆半島の火山岩については、今後 SiO₂ 含有量による内標準補正[6]を行い、ホウ素含有量を明らかにして沈み込みスラブの影響を探る。

参考文献

- [1] Sano, T., M. Miyoshi, S. Ingle, N.R. Banerjee, M. Ishimoto, and T. Fukuoka (2008) Boron and Chlorine Contents of Upper Oceanic Crust, Basement Samples from IODP Hole 1256D, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 9, Q12O15, doi:10.1029/2008GC002182.
- [2] Sano, T., S. Yamashita (2019) Evolution, hydrothermal assimilation, and ascent of magma inferred from volatile contents in MORB glasses: An example from thick lava pile at IODP Site 1256, *Lithos*, 346-347, 105143. doi:10.1016/j.lithos.2019.07.010.
- [3] Miyoshi, M., T. Sano, K. Shimizu, A. Delacour, T. Hasenaka, Y. Mori, T. Fukuoka (2015) Boron and chlorine contents of basalts from the Shatsky Rise, IODP Expedition 324: Implications for the alteration of oceanic crust, In Neal, C. R., W.W. Sager, T. Sano, E. Erba, (Editors), *The Origin, Evolution, and Environmental Impact of Oceanic Large Igneous Provinces*, Geological Society of America Special Publications, 511, 69-84, doi:10.1130/2015.2511(04).
- [4] Sano, T., H. Hanyu, M. L. G. Tejada, A. A. P. Koppers, S. Shimizu, T. Miyazaki, Q. Chang, R. Senda, B. S. Vaglarov, K. Ueki, C. Toyama, J.-I. Kimura M. Nakanishi (2020) Two-stages of plume tail volcanism formed Ojin Rise Seamounts adjoining Shatsky Rise. *Lithos*, 372-373, 105353, doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105652.
- [5] Dürkefelden, A., J. Geldmacher, M. Portnyagin, D. Garbe-Schönberg, R. Werner, D. Müller, F. Hauß, K. Hoernle (2021) Papanin Ridge and Ojin Rise Seamounts (Northwest Pacific): Dual Hotspot Tracks Formed by the Shatsky Rise. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 22, <https://doi.org/10.1029/2021GC009847>.
- [6] 佐野貴司・福岡孝昭・長谷中利昭・米沢伸一郎・松江秀明・澤幡浩之 (1998) 即発γ線による火山岩中ホウ素の分析：ケイ素を用いた内部標準法. *RADIOISOTOPES*, 47, 735-744.
- [7] Sano, T., K. Shimizu, A. Ishikawa, R. Senda, Q. Chang, J.-I. Kimura, M. Widdowson, and W. W. Sager (2012) Variety and origin of magmas on Shatsky Rise, northwest Pacific Ocean, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 13, Q08010, doi:10.1029/2012GC004235.
- [8] Ryan, J.G., Leeman, W.P., Morris, J.D., Langmuir, C.H. (1996) The boron systematics of intraplate lavas: Implications for crust and mantle evolution. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60, 415-422.
- [9] Miyoshi, M., T. Fukuoka, T. Sano, T. Hasenaka (2008) Subduction influence of Philippine Sea plate on the mantle beneath northern Kyushu, SW Japan: an examination of Boron contents in basaltic rock. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 171, 73-87.
- [10] Miyoshi, M., M. Shimono, T. Hasenaka, T. Sano, Y. Mori, T. Fukuoka (2010) Boron systematics of Hisatsu and Kirishima basaltic rocks from southern Kyushu, Japan. *Geochemical Journal*, 44, 359-369.
- [11] Okino, K., Shimakawa, Y., Nagaoka, S. (1994) Evolution of the Shikoku basin. *Journal of Geomagnetism and Geoelectricity*, 46, 463-479.
- [12] Hilde, T.W.C., Lee, C.-S. (1984) Origin and evolution of the west Philippine basin: a new interpretation. *Tectonophysics*, 102, 85-104.
- [13] Peacock, S.M., Wang, K. (1999) Seismic consequences of warm versus cool subduction metamorphism: examples from southwest and northeast Japan. *Science*, 286, 937-939.